



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 101 05 800.4

**Anmeldetag:** 07. Februar 2001

**Anmelder/Inhaber:** Patent-Treuhand-Gesellschaft für elektrische Glühlampen mbH, München/DE

**Bezeichnung:** Hocheffizienter Leuchtstoff

**IPC:** C 09 K, H 01 L, H 01 J

**Bemerkung:** Die nachgereichte Seite 5 mit dem vollständigen Patentanspruch 8 ist am 22. Februar 2001 eingegangen.

**... und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 17. Oktober 2001  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

**Patent-Treuhand-Gesellschaft  
für elektrische Glühlampen mbH., München**

**Hocheffizienter Leuchtstoff**

**Technisches Gebiet**

Die Erfindung geht aus von einem Leuchtstoff aus der Klasse der Nitridosilikate gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Es handelt sich dabei insbesondere um Nitridosilikate, die im Gelben leuchten.

**Stand der Technik**

Leuchtstoffe des Typs Nitridosilikat wie  $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8$  und  $\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{N}_8$  sind aus dem Artikel von Schlieper, Millus und Schlick: Nitridosilicate II, Hochtemperatursynthesen und Kristallstrukturen von  $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8$  and  $\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ , Z. anorg. allg. Chem. 621, (1995), p. 1380), bereits bekannt. Dabei sind jedoch keine Aktivator-  
5 en angegeben, die eine effiziente Emission in bestimmten Bereichen des sichtbaren Spektrums nahelegen würden.

**Darstellung der Erfindung**

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Leuchtstoff gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bereitzustellen, dessen Effizienz möglichst hoch ist und  
10 gut durch UV-Strahlung im Bereich 370 bis 430 nm anregen lässt.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Besonders vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den abhängigen Ansprüchen.

15 Bisher gibt es keinen gelb emittierenden Leuchtstoff hoher Effizienz, der sich im Bereich um 400 nm gut anregen lässt. Der wohlbekannte normalerweise verwendete Leuchtstoff YAG:Ce lässt sich zwar unterhalb 370 nm und oberhalb 430 nm gut anregen, jedoch nicht im Bereich um 400 nm. Auch andere Ce-dotierte Granate

zeigen im fraglichen Einsatzbereich nur geringe Anregbarkeit. Es musste daher ein völlig anderes System entwickelt werden.

Erfindungsgemäß wird die Zusammensetzung des Leuchtstoffs so gewählt, dass er ein Sr-Nitridosilikat darstellt, das mit dreiwertigem Ce aktiviert ist. Der bisher unbe-  
5 kannte Leuchtstoff  $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Ce}^{3+}$  absorbiert effizient im nahen UV, insbesondere im Bereich 370 bis 430 nm und hat eine effiziente gelbe Lumineszenz. Bevorzugt ist er mit 1 bis 10 mol-% Ce (für Sr) aktiviert. Dabei kann das Sr teilweise (vorteilhaft bis maximal 30 mol-%) durch Ba u/o Ca ersetzt sein. Eine weitere Ausführungsform stellt ein Nitridosilikat des Typs  $\text{SrSi}_7\text{N}_{10}:\text{Ce}^{3+}$  dar. Auch hier kann das Sr teil-  
10 weise durch Ba u/o Ca ersetzt sein.

Dieser Leuchtstoff eignet sich gut als gelbe Komponente für die Anregung durch eine primäre UV-Strahlungsquelle wie beispielsweise eine UV-LED oder auch Lampe. Damit kann eine weiß oder gelb emittierende Lichtquelle realisiert werden, ähnlich wie in der WO 98/39807 beschrieben. Eine gelb emittierende Lichtquelle  
15 beruht auf einer primär UV-Strahlung emittierenden LED, deren Strahlung von einem erfindungsgemäßen Leuchtstoff vollständig in gelbes Licht umgewandelt wird.

Insbesondere kann dieser Leuchtstoff in Verbindung mit einer UV-LED (beispielsweise vom Typ InGaN) verwendet werden, die mittels blau und gelb emittierender Leuchtstoffe weißes Licht erzeugt. Kandidaten für die blaue Komponente sind an  
20 sich bekannt, beispielsweise eignen sich  $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$  (bekannt als BAM) oder  $\text{Ba}_6\text{SiO}_4(\text{Cl},\text{Br})_6:\text{Eu}^{2+}$  oder  $\text{CaLa}_2\text{S}_4:\text{Ce}^{3+}$  oder auch  $(\text{Sr},\text{Ba},\text{Ca})_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$  (be-

kannt als GAG:Eu<sup>2+</sup>). Diese Leuchtstoffe können als Rotleuchtstoff einsetzen. Besonders geeignet sind  $(\text{Y},\text{La},\text{Gd},\text{Lu})_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}$ ,  $\text{SrS}:\text{Eu}^{2+}$  oder auch  $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$  (noch nicht veröffentlicht, siehe EP-A 99 123  
25 747.0).

## Figuren

Im folgenden soll die Erfindung anhand zweier Ausführungsbeispiele näher erläutert werden. Es zeigen:

Figur 1 ein Emissionsspektrum eines ersten Nitridosilikats;

- Figur 2 das Reflektionsspektrum dieses Nitridosilikats;  
Figur 3 ein Emissionsspektrum eines zweiten Nitridosilikats,  
Figur 4 das Reflektionsspektrum dieses Nitridosilikats;  
Figur 5 ein Halbleiterbauelement, das als Lichtquelle für weißes Licht dient;  
5 Figur 6 ein Emissionsspektrum einer Mischung dreier Leuchtstoffe.

### Beschreibung der Zeichnungen

Ein konkretes Beispiel für den erfindungsgemäßen Leuchtstoff ist in Figur 1 gezeigt. Es handelt sich um die Emission des Leuchtstoffs  $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Ce}^{2+}$ , wobei der Ce-Anteil 4 mol-% der von Sr besetzten Gitterplätze ausmacht. Das Emissions-  
10 maximum liegt bei 545 nm, die mittlere Wellenlänge bei 572 nm. Der Farbort ist  $x=0,395$ ;  $y=0,514$ . Die Anregung erfolgte bei 400 nm.

Die Herstellung erfolgt in der üblichen Weise, wobei zunächst die Ausgangsstoffe  $\text{Sr}_3\text{N}_2$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$  und  $\text{CeO}_2$  miteinander gemischt werden und die Mischung anschließend im Ofen bei 1400 °C unter  $\text{N}_2$  und  $\text{H}_2$  reduzierend über 5 Std. geglüht wird.

- 15 Figur 2 zeigt das diffuse Reflektionsspektrum dieses Leuchtstoffs. Es zeigt ein ausgeprägtes Minimum im Bereich 370 bis 440 nm, das somit die gute Anregbarkeit in diesem Bereich demonstriert.

Ein zweites Beispiel für den erfindungsgemäßen Leuchtstoff ist in Figur 3 gezeigt. Es handelt sich um die Emission des Leuchtstoffs  $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Ce}^{2+}$ , wobei der Ce-  
20 Anteil 8 mol-% der von Sr besetzten Gitterplätze ausmacht.

maximum liegt bei 554 nm, die mittlere Wellenlänge bei 579 nm. Der Farbort ist  $x=0,414$ ;  $y=0,514$ .

Die Herstellung erfolgt in der oben beschriebenen Weise, wobei die Mischung im Ofen bei 1400 °C unter  $\text{N}_2$  reduzierend über 6 Std. geglüht wird.

- 25 Figur 4 zeigt das diffuse Reflektionsspektrum dieses Leuchtstoffs. Es zeigt ein ausgeprägtes Minimum im Bereich 370 bis 440 nm, das somit die gute Anregbarkeit in diesem Bereich demonstriert.

Der Aufbau einer Lichtquelle für weißes Licht ist in Figur 5 explizit gezeigt. Die Lichtquelle ist ein Halbleiterbauelement mit einem Chip 1 des Typs InGaN mit einer Peakemissionswellenlänge von beispielsweise 390 nm, das in ein lichtundurchlässiges Grundgehäuse 8 im Bereich einer Ausnehmung 9 eingebettet ist. Der Chip 1 ist über einen Bonddraht 14 mit einem ersten Anschluss 3 und direkt mit einem zweiten elektrischen Anschluss 2 verbunden. Die Ausnehmung 9 ist mit einer Vergussmasse 5 gefüllt, die als Hauptbestandteile ein Epoxidgießharz (80 bis 90 Gew.-%) und Leuchtstoffpigmente 6 (weniger als 15 Gew.-%) enthält. Ein erster Leuchtstoff ist das als erstes Ausführungsbeispiel vorgestellte Nitridosilikat, das zweite ist ein blau emittierender Leuchtstoff, hier insbesondere  $\text{Ba}_5\text{SiO}_4(\text{Cl},\text{Br})_6:\text{Eu}^{2+}$ . Die Ausnehmung hat eine Wand 17, die als Reflektor für die Primär- und Sekundärstrahlung vom Chip 1 bzw. den Pigmenten 6 dient. Die Kombination der blauen und gelben Sekundärstrahlung mischt sich zu weiß.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird als Leuchtstoffpigment eine Mischung aus drei Leuchtstoffen verwendet. Ein erster Leuchtstoff (1) ist das als erstes Ausführungsbeispiel vorgestellte gelb emittierende Nitridosilikat  $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Ce}^{2+}$ , der zweite (2) ist als blau emittierender Leuchtstoff das oben erwähnte SCAP, der dritte (3) ist ein rot emittierender Leuchtstoff vom Typ  $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$ . Figur 6 zeigt das Emissionsspektrum einer derartigen LED mit primärer Emission bei 375 nm, wobei sich die einzelnen Komponenten gelb (1), blau (2) und rot (3) zu einem Gesamtspektrum (G) addieren, das einen weißen Farbeindruck hoher Qualität vermittelt. Der zugehörige Farbort ist  $x = 0,333$  und  $y = 0,331$ . Die Verwendung dreier Komponenten sichert eine besonders gute Farbwiedergabe.

## Ansprüche

1. Hocheffizienter Leuchtstoff aus der Klasse der Nitridosilikate mit einem Anion A und der grundsätzlichen Formel  $A_xSi_yN_z$ , dadurch gekennzeichnet, dass als Anion Sr verwendet wird, wobei das Nitridosilikat mit dreiwertigem Ce dotiert ist, das als Aktivator wirkt.
- 5 2. Leuchtstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Leuchtstoff  $Sr_2Si_5N_8:Ce^{3+}$  oder  $SrSi_7N_{10}:Ce^{3+}$  ist.
3. Leuchtstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil des Ce zwischen 1 und 10 mol-% des Sr ausmacht.
4. Leuchtstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil des Sr, insbesondere bis zu 30 mol-%, durch Ba u/o Ca ersetzt ist.
- 10 5. Lichtquelle mit einer primären Strahlungsquelle, die Strahlung im kurzwelligen Bereich des optischen Spektralbereichs im Wellenlängenbereich 370 bis 430 nm emittiert, wobei diese Strahlung mittels eines ersten Leuchtstoffs nach einem der vorhergehenden Ansprüche ganz oder teilweise in sekundäre längerwellige Strahlung im sichtbaren Spektralbereich konvertiert wird.
- 15 6. Lichtquelle nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass als primäre Strahlungsquelle eine Leuchtdiode auf Basis von InGaN verwendet wird.
7. Lichtquelle nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil der primären Strahlung weiterhin mittels eines zweiten Leuchtstoffs in längerwellige Strahlung konvertiert wird, wobei der erste und zweite Leuchtstoff insbesondere geeignet gewählt und gemischt sind um weißes Licht zu erzeugen.
- 20 8. Lichtquelle nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil der primären Strahlung weiterhin mittels eines dritten Leuchtstoffs in längerwellige Strahlung konvertiert wird, wobei dieser dritte Leuchtstoff im roten Spektralbereich emittiert.

## **Zusammenfassung**

### **Hocheffizienter Leuchtstoff**

Leuchtstoff aus der Klasse der Nitridosilikate, wobei als Anion Sr verwendet wird und wobei das Nitridosilikat mit dreiwertigem Ce dotiert ist.

Fig. 1

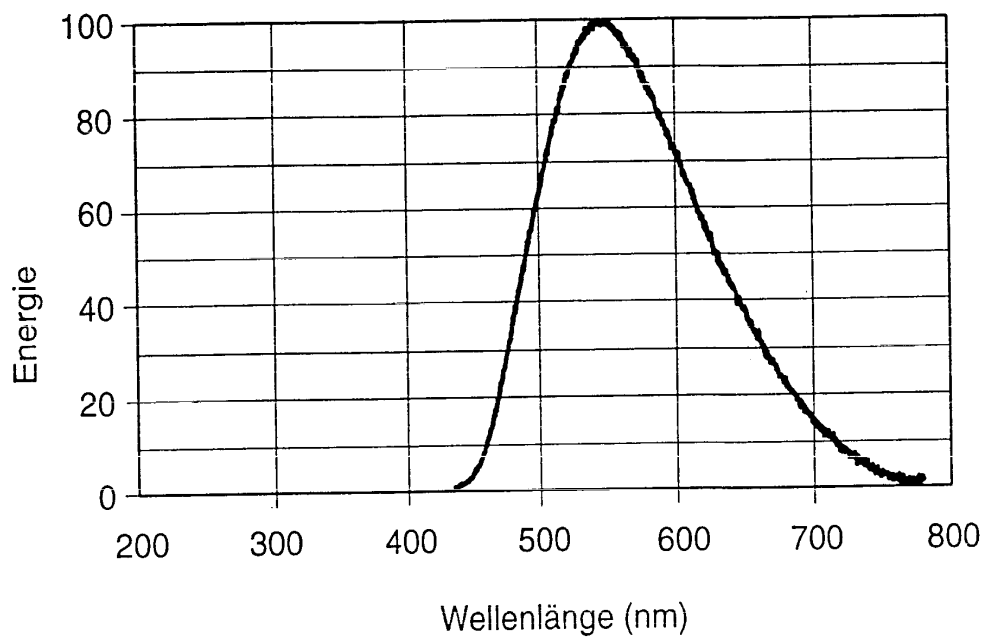


FIG. 1

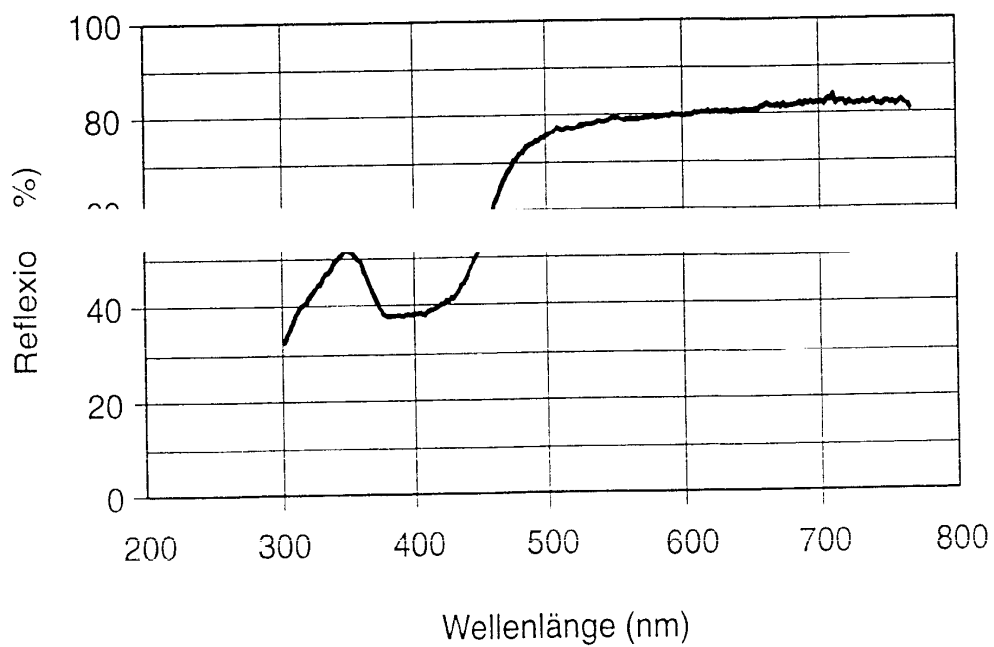


FIG. 2



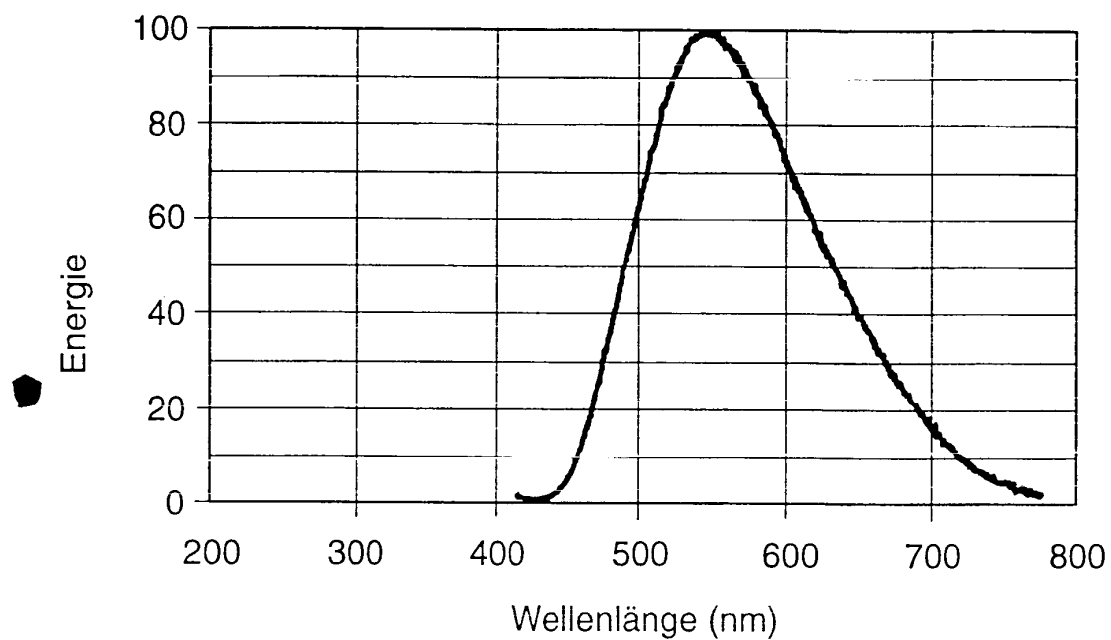


FIG. 3

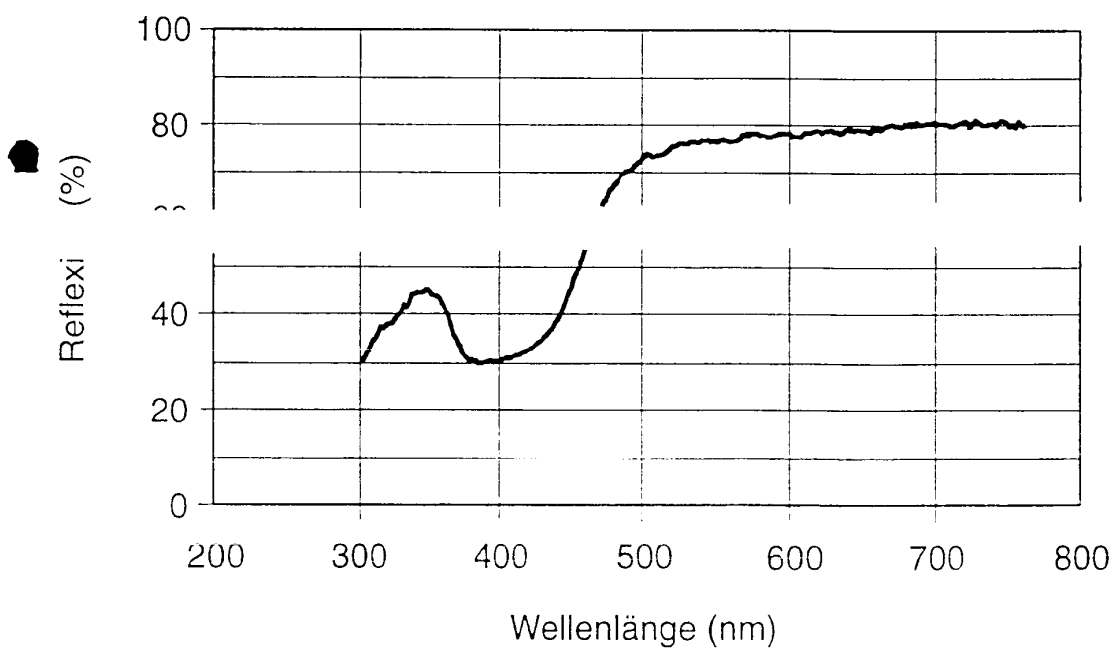


FIG. 4

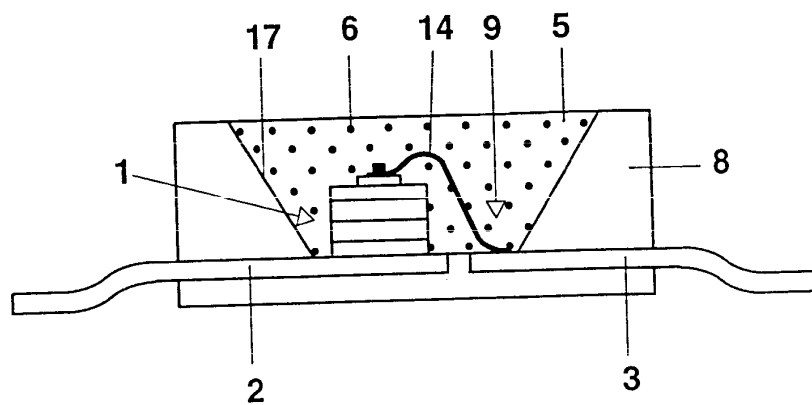


FIG. 5

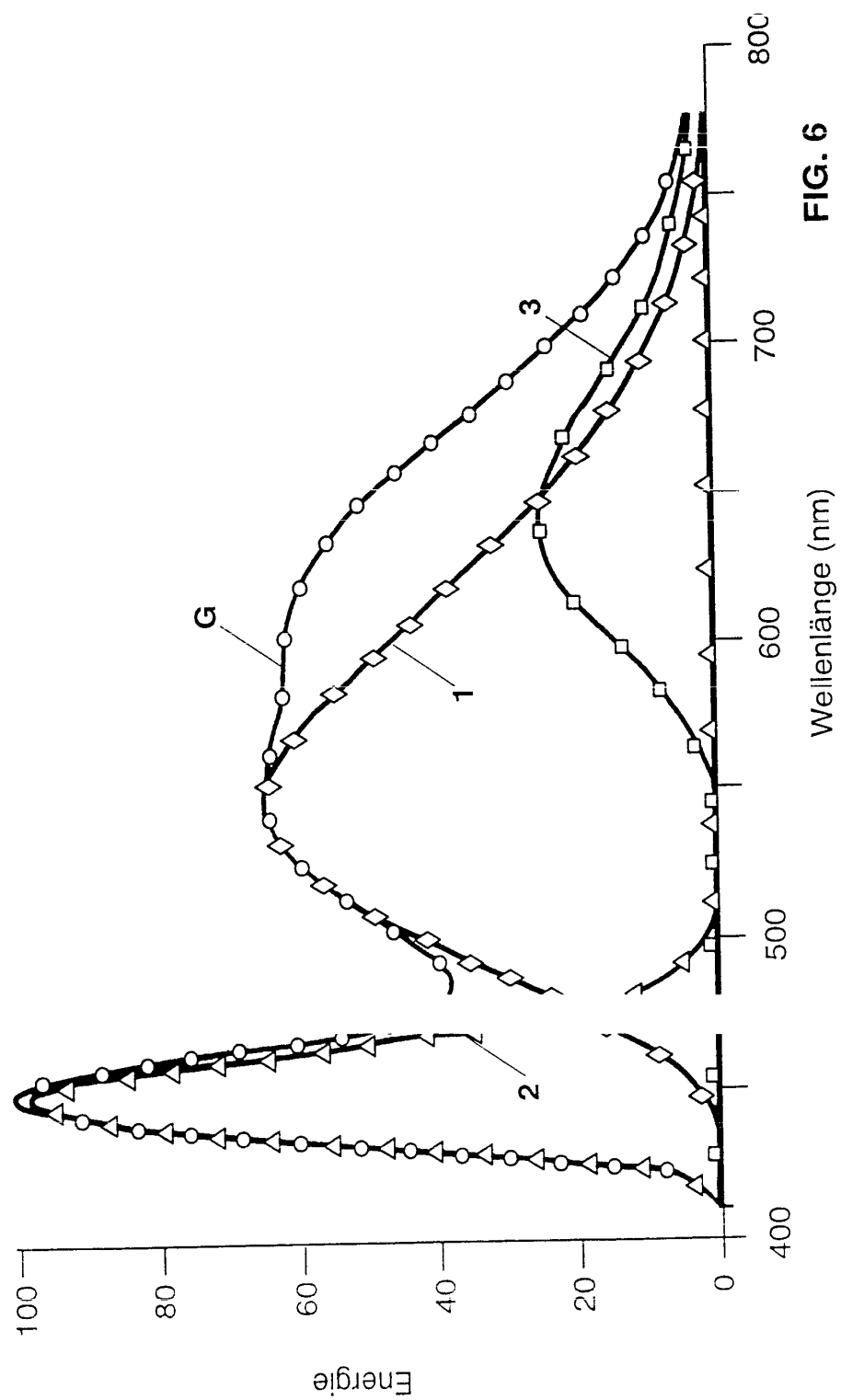


FIG. 6